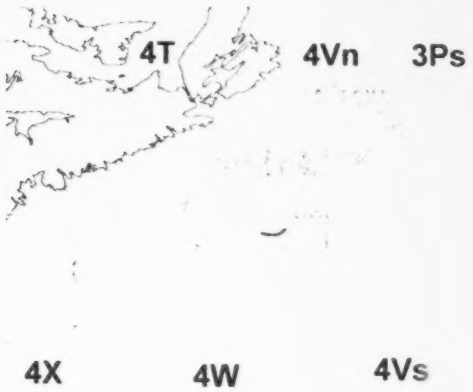
Fisheries and Oceans / Pêches et Océans
Maritimes Region

DFO Science
Stock Status Report A3-03 (1998)



Eastern Scotian Shelf Cod

Background

The cod resource on the Eastern Scotian Shelf is a complex of spawning components including at least two major offshore groups (Western/Sable and Banquereau), smaller offshore groups (Middle Bank, Canso Bank) and a chain of smaller coastal spawning groups. The situation is complicated by the presence of both spring and fall spawning in several of the spawning components (Sable/Western offshore and various inshore areas).

Growth rates differ between 4Vs and 4W so that in the 1970s fish at age 7 in 4Vs reached 68cm while those in 4W reached 72cm. In the mid-1980s growth declined in both areas and the respective average lengths at age 7 dropped to 59 and 54 cm for the period 1985 to 1995. They are fully mature from age 5.

The fishery for 4VsW cod was prosecuted primarily by foreign vessels until the extension of jurisdiction in 1977. Since that time, the Canadian offshore trawler fleet accounted for 70-75% of the landings and longliners most of the rest. Catches from 1958-79 were about 40-50% from 4Vs, however, as the stocks rebuilt in the early 1980s, the fishery shifted more to the east each year and 4Vs accounted for 60-80% of the landings from 1980-93.

Sable Island is a major breeding ground of the grey seal which is an important predator of cod. Seal consumption of cod may be a significant factor inhibiting recovery of this stock.

Summary

- There was no cod-directed fishery in 1997 and the total landings were limited to 231 t of bycatch and Sentinel Program Commercial Index catch.
- Average weight at age has shown some improvement in the last few years from the historic minimum in 1992.
- Surveys indicate that, since the mid-1980s, there has been an increase in the mortality of cod, other than that attributable to fishing, and which has persisted even after the closure of the fishery.
- The scientific evidence indicates that the increase in mortality from sources other than reported landings included discarding, direct and indirect effects of harsh environmental conditions, and predation by seals.
- A population model incorporating most of the plausible range of options for dealing with seal and other mortality in 4VsW cod was examined. These included increasing

Canada

mortality due to seals, to environmental effects and both.

- The spawning stock biomass is at or near the lowest seen, between 5% to 16% of the average from 1979-89. Making plausible assumptions about seal consumption and other natural mortality, the biomass is projected to decline 5% to 20%, even in the absence of any fishery.

- There are inconsistent indicators of recent year-class strength however the weight of evidence suggests that recruitment has been poor.

- The models of cod consumption by grey seals imply a range from 5,400 to 22,000 t of cod being removed by seals. These are relative to estimated biomass of 32,000 to 37,000 t respectively. It is not possible with the available data to choose among these models.

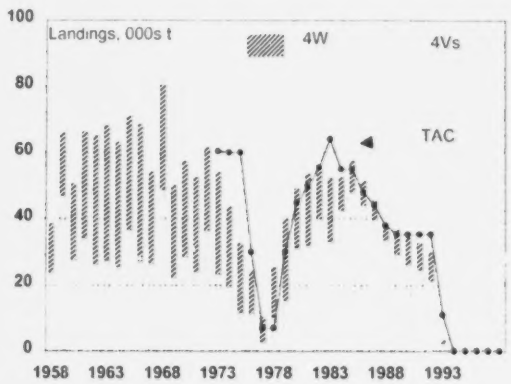
The Fishery

Landings (thousands of tonnes)

Year	58-73 Avg	73-79 Avg	80-89 Avg.	1990	1991	1992	1993	94-97 Avg.
TAC		43.	43.	35.	35.	35.	11.	0*
4Vs	30.	13.	33.	26.	24.	21.	2.	0.2
4W	30.	19.	13.	8.	8.	8.	1.	0.1
TOTAL	60.	33.	46.	34.	32.	29.	3.	0.3

* = by-catch only

The fishery for cod has been closed since September of 1993 and strict by-catch restrictions have been in place on those fisheries which have continued operating in the area. Since the closure, the **landings** have averaged about 300 t with 1997, at 231 t, the lowest on record. In recent years, the landings from 4Vs have been adjusted downwards to account for the presence of 4T cod in the winter migrating out of 4Vn into 4Vs. This has not been needed since 1994 as there have been negligible winter landings from that boundary area.



Resource Status

Sampling and Surveys

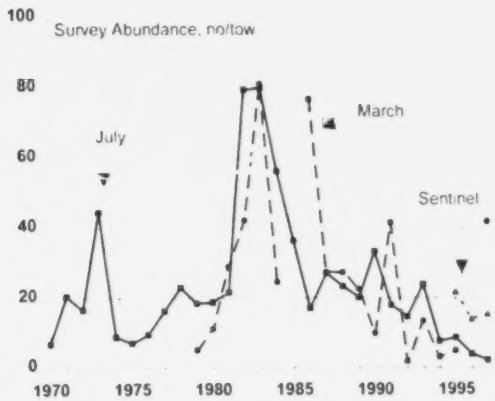
Samples of the commercial catch were again difficult to collect in 1996 and 1997 because landings were limited to by-catch throughout the year. Consequently, the small commercial catch at age has not been well estimated since the closure of the fishery. The numbers at age in the catch indicate that the 1992 year-class was predominant in both 1996 and 1997 and small numbers of fish over age ten were observed. The mean weights at age for ages three to ten show some increases over the last few years. Weights at ages greater than seven are still low relative to long term means but the small number of fish at those ages makes these estimates unreliable.

No commercial catch rate data is available since 1993 as the fishery was closed and no cod-directed effort was recorded.

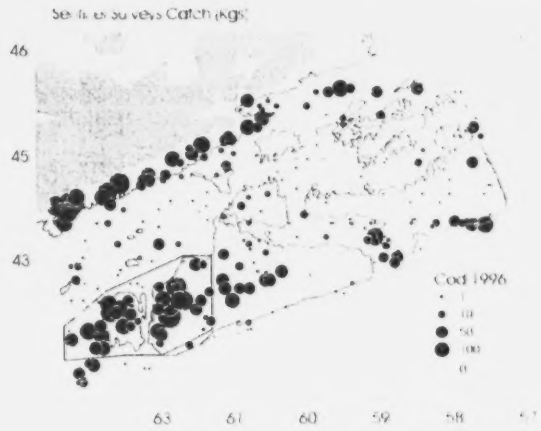
There are two **research survey series (RV)** available for this stock, a July series which started in 1970 and a March series from 1979

to 1997 (except 1985 and 1996). Both series have revealed substantial declines in abundance since the late 1980s and the July index is at a record low. The March survey index 1997 is the fourth highest in the series. This has been given relatively little weight as the increase was due to two large sets. The abundance index, excluding those two sets, is well below average.

The newest survey series is the **4VsW Sentinel Survey** which has been conducted in Sept.-Oct. for 1995-1997. This survey uses standardized longline gear to sample 250 stratified random stations each year.

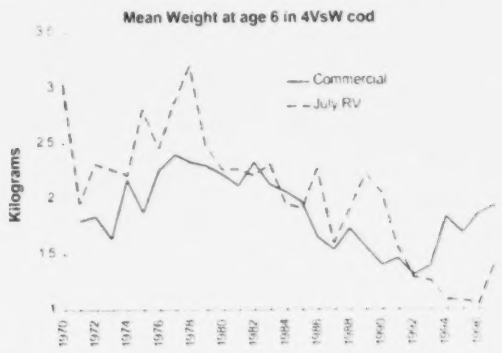


The distribution of catches in the surveys show most of the cod are found on the 4W banks (Western, Sable, Emerald) throughout the year. The **Sentinel survey distribution** also indicates that, at least during the fall, there are concentrations of cod in the nearshore areas. Although the results of the Sentinel surveys to date have not been incorporated into the assessment analysis, it is expected that they will be when the time series is long enough.



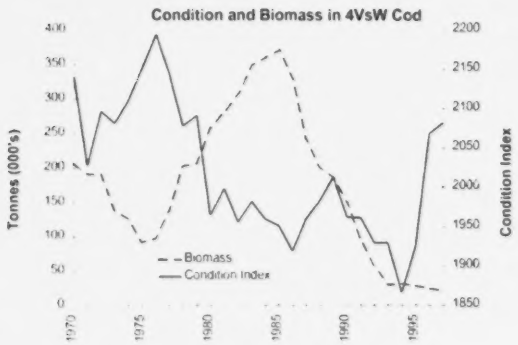
Stock Biology

Size at age has declined in this stock since the mid-1980s, both in the survey and commercial catch data. Since about 1992, the consistent decline in size at age for all ages seems to have levelled off and some improvements seen.



Condition is the relative weight of the fish for their length, i.e. their plumpness. Up to 1989, there was a highly significant negative relationship between population biomass (age 3+) and the condition of the fish in July. This suggested that in periods of high abundance the condition of the fish was reduced. As the population biomass declined in the early 1990s however, the condition index continued to fall and remained low until 1995. Although higher, there is greater uncertainty in the 1996 and 1997 estimates due to relatively small sample

sizes. These condition observations are consistent with the widely reported loss of weight seen by the industry and the presence of "slinky" fish in the catch. Investigations into the cause and significance of low condition in fish have suggested that low temperatures can induce poor condition and that reduced survivorship and reproductive sucess can result. This is also consistent with the appearance of colder waters on the eastern Scotian shelf since 1986.



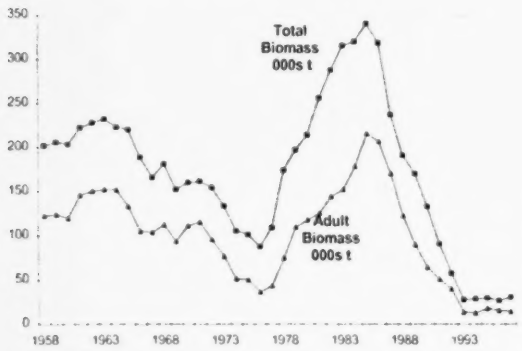
Estimates of **grey seal predation** were first presented in 1993 using information on the composition of grey seal diets collected between 1989 and early 1993. The proportion of cod (mostly less than 4 years old) in these samples did not indicate a trend over the sampling period. Given the low and declining biomass of cod, it was possible that grey seal would reduce their predation on cod in favour of more abundant prey. However, samples collected from Sable Island between the summer of 1993 and the fall of 1997 show that the proportion of cod in the diet, although variable among samples, has shown no trend over eight years of sampling on Sable Island. The mean percentage of cod in the grey seal diet has remained at about 12%. Given that the grey seal population has apparently continued to increase at the same rate as previously measured, the estimate of consumption of 4VsW cod by grey seal is 22,000 t in 1997. Alternatively, if seal consumption of cod varies in proportion to cod abundance, i.e. declines when cod are scarce, the estimated consumption in 1997 would be about 5,400 t. Because of uncertainties in the diet data, neither of these possibilities, constant proportion consumption nor variable proportion consumption, can be ruled out. The subsequent population analysis is based on a modified variable proportion diet model which lies between the bounds of the two options above.

Population Analysis

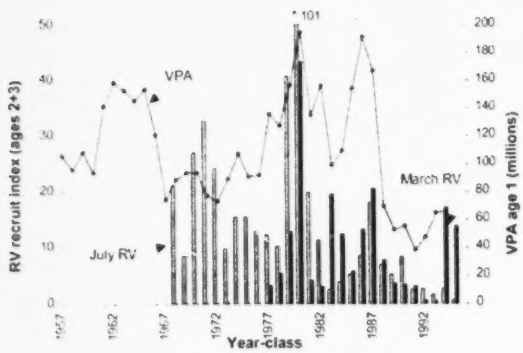
The standard age-based population analysis used in previous assessments was revised substantially to incorporate additional information about non-fishery mortality. Sources considered include discarding, seal predation and increased natural mortality due to unfavourable environmental conditions. The population analysis presented here includes modified proportional consumption by grey seals. All other factors are included as a single increase in natural mortality from 0.2 to 0.4 in 1986 and constant afterward. Although this was deemed the most plausible model overall, there are numerous uncertainties, some of which can have an important impact on the assessment of stock status. The impact of important changes in the assumptions made in this assessment is considered separately in the section on sources of uncertainty.

Spawning stock biomass and **total biomass** are both near the lowest in the time series. The biomass had recovered rapidly from the previous low period in the mid-1970s and reached its highest point in 1985 when the very large year-classes of 1979, 1980 and 1982 were present in large numbers. Since the closure of

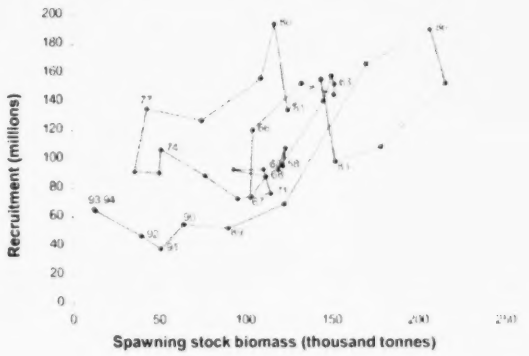
the fishery in 1993, the decline has halted; however, little or no recovery of spawning stock biomass has followed.



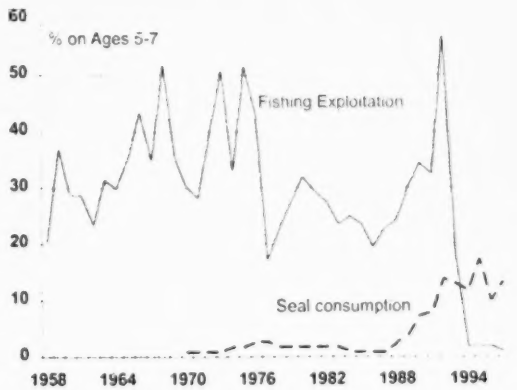
Recruitment since the mid-1980s has been below average however this is one point of uncertainty which is heavily dependent on the assumed pattern of seal predation on cod. The March RV index of recruitment did detect some relatively large numbers of young fish in 1997 however they were not widespread and the estimate is not considered reliable.



The long-term relationship between **stock and recruitment** showed little correlation until about 1986. Since that time, the relationship has been positively correlated, with both stock and recruitment declining simultaneously.

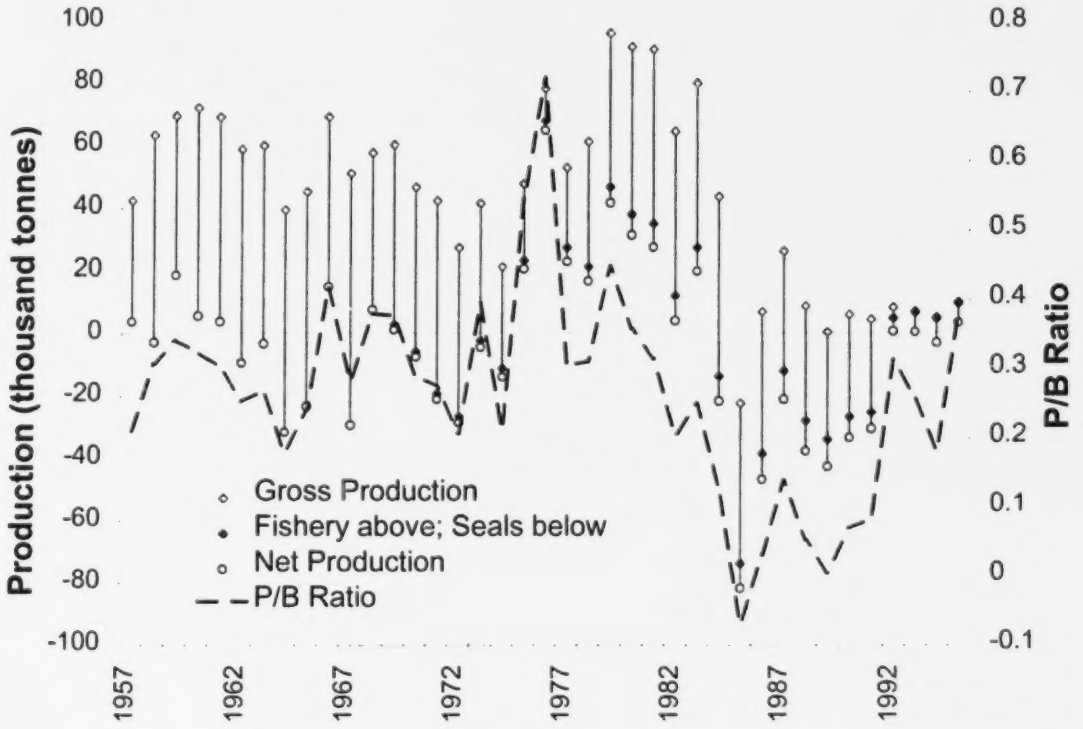


Both the **exploitation rate** from the fishery and the seal consumption have been estimated for this stock. Uncertainty about the assumed pattern of seal predation on cod has considerable effect on the apparent total rate of removals in the period since the closure of the fishery.



Gross production, the total biomass added to the population in a year without regard to its fate, declined drastically between 1985 and 1986 and has remained very low since. On the figure below, the vertical lines connect the gross production to the **net production**, the year to year growth in the biomass after the fishery and other removals have been deducted. The vertical line is partitioned into the fishery removals above the horizontal tick mark and the seal removals below it. In spite of no

103-01354/

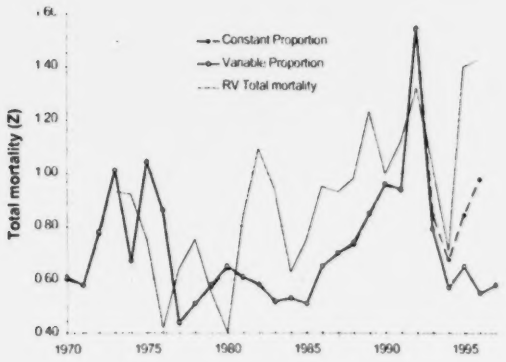


increase in gross production, since the closure of the fishery, the net production has been near or slightly above zero, i.e. the biomass decline has been checked.

The **production to biomass ratio** (P/B), a measure of production adjusted for the current size of the population, had declined from its peak in 1977 to its lowest point in 1986 and has generally increased until it is now above the historical average of 0.26.

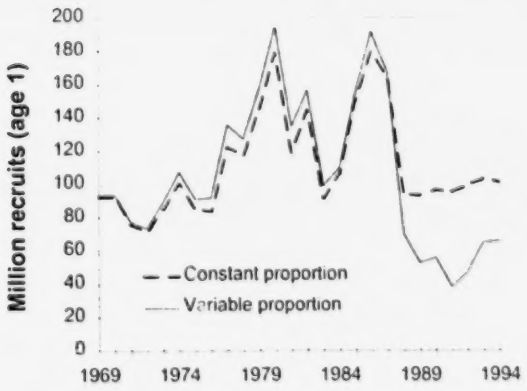
Sources of Uncertainty

Because the perceptions of this stock's history are dependent on various assumptions, particularly about sources of mortality, a number of important alternative assumptions are considered. The single most important assumption concerns the pattern of seal predation on cod. In the analysis presented, it has been assumed that seals would consume up to 20% of their diet as cod and that when cod abundance varies the proportion of cod in the diet will vary as well. As an alternative, the data on seal diet are also consistent with cod being a constant proportion of about 12% of the diet. These two assumptions are considered bounds on the range of likely predation by seals on cod. They have important differences in perceptions of mortality and recruitment. The **total mortalities** estimated under the two diet assumptions are indistinguishable up to and including 1992.



However, the assumption of constant proportion diet is more consistent, since 1992, with the total mortality estimated from the surveys alone than is the variable proportion alternative.

The **recruitment** estimated under the constant proportion of diet assumption for the 1988 and all subsequent year-classes is much higher that that under the variable proportion assumption. In fact, the estimates are near the longterm geometric mean for this stock. This is inconsistent with the recent RV survey indices of recruitment. Except for the March 1997 survey point, even the estimates from the variable proportion diet assumption are very high relative to the survey indices (see figure in population analysis section).



Thus the constant proportion model of seal consumption implies high recruitment at age 1 and high total mortality, especially on the youngest ages. While such total mortalities are consistent with those calculated from the RV surveys alone, there is no evidence from surveys or elsewhere that there are large numbers of juvenile cod which are being consumed before age 3 or 4.

The variable proportion models of seal consumption of cod imply that recruitment has been relatively low but that the total mortalities are also relatively low. In this case the recruitment prediction is consistent with the survey observations but the total mortality is much lower than the survey data indicates.

The March 1997 survey point has not been used for calibration of the population analyses because the value was anomalously large, the age composition was inconsistent with previous surveys and the large abundance estimate was driven by two large catches out of 126 sets made. All of these points challenge the reliability of the overall abundance estimate from March 1997. If these data are included in the population analysis it creates a much more optimistic view of the current resource status.

Although many scenarios were considered, there is little uncertainty about the status of the spawning stock biomass. The estimates of spawning stock biomass for recent years are very low in all cases.

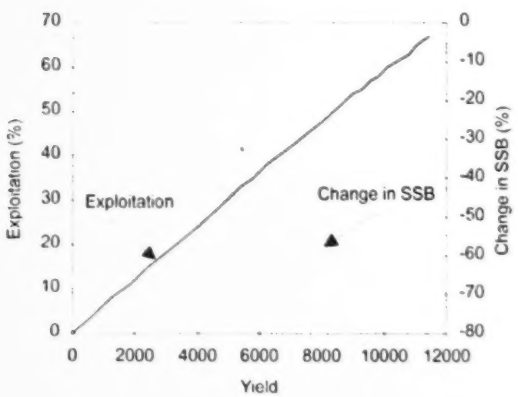
Outlook

The short-term prospects for this fishery remain dismal. The productivity of the stock is very low, there are several factors causing increased mortality overall as well as seal predation on the younger age groups. The

spawning stock biomass, while not declining has not rebuilt since the closure of the fishery.

The most optimistic prognosis for this stock is based on including the March 1997 survey data. Although considered unreliable, the March 1997 survey suggests that there are more cod in the stock area than detected by the July survey. If the March 1997 survey were included in the population analysis, then the prospects for improvements in the spawning stock biomass would be much better. The spawning stock biomass could increase by 15% in the absence of any fishery and catches up to 4,000 t would not cause any decline in biomass.

The most likely population analysis, presented in the preceding sections, is much less optimistic. Based on one year **projections,** the exploitation rate and change in biomass associated with a range of yields indicate that, even with no fishery, the spawning stock biomass is projected to decline by about 18%. Although this can be cast in terms of risk, there is little point as there is a very high probability that the biomass will decline in 1999 without any fishing. Thus even by-catch in other fisheries may pose a serious threat to the recovery of this stock.



it is not possible to distinguish between the two models given the existing data, however the two different models of seal consumption of cod lead to different conclusions about the impact of seal predation on the rebuilding of the cod stock. If cod is a constant proportion of the seal diet it suggests that cod recruitment at age 1 has been good in recent years but that survival of those recruits to age 3 or 4 has been very poor. This leads to the conclusion that cod stock rebuilding will not likely occur while this degree of predation continues. The variable proportion model of cod in the seal diet suggests that recruitment, even at age 1, has been poor and that subsequent survivorship to age 3 or 4 has been much less of a factor in the failure to rebuild than it is in the constant proportion model. Thus, in the variable proportion model the recruitment to the fishery will be less affected by seal predation than in the constant proportion model. Regardless of which model of seal consumption of cod is closer to reality, the recruitment and subsequent survivorship must both improve before it is likely that the stock will rebuild strongly.

For More Information

Contact:

L. Paul Fanning
Marine Fish Division
Bedford Institute of Oceanography
P.O. Box 1006, Dartmouth
Nova Scotia, B2Y 4A2

TEL: (902) 426-3190
FAX: (902) 426-1506
email: fanningp@mar.dfo-mpo.gc.ca

References

Fanning, L.P., R.K. Mohn, and W.A. MacEachern. 1996. Assessment of 4VsW Cod in 1995 with consideration of ecological indicators of stock status. DFO. Atl. Fish. Res. Doc. 96/27.

Mohn R.K. and W.D. Bowen. 1993. A model of grey seal predation on 4VsW cod and its effects on the dynamics and potential yield of cod. DFO Atl. Fish. Res. Doc. 93/22.

Mohn R.K. and W.D. Bowen. 1996. Grey seal predation on the Eastern Scotian Shelf: modeling the impact on Atlantic cod. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53:2722-2738.

This report is available from the:

Maritimes Regional Advisory Process
Department of Fisheries and Oceans
P.O. Box 1006, Stn. B105
Dartmouth, Nova Scotia
Canada B2Y 4A2
Phone number: 902-426-7070
e-mail address: MyraV@mar.dfo-mpo.gc.ca

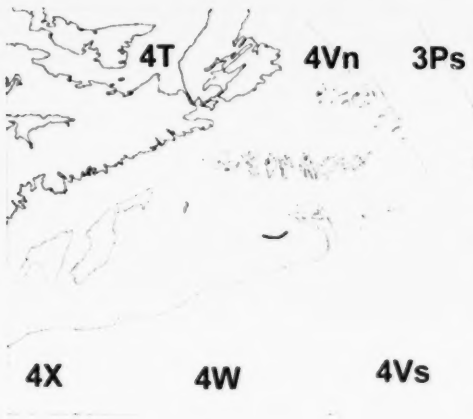
Internet address: http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas

La version française est disponible à l'adresse ci-dessus.

Fisheries and Oceans / Pêches et Océans

Région des Maritime

MPO- Sciences
Rapport sur l'état des stocks A3-03 (1998)



Morue de l'est du plateau néo-écossais

Renseignements de base

Le stock de morue de l'est du plateau néo-écossais représente un ensemble de groupes de frayeurs, dont au moins deux grands groupes (bancs Western/île de Sable et de Banquereau) et quelques plus petits (bancs du Milieu et de Canso) dans les eaux du large et une chaine de petits groupes côtiers. La situation de ce stock est compliquée par la présence commune de frayeurs de printemps et de frayeurs d'automne dans plusieurs de ces groupes (sur le banc de l'île de Sable et sur le banc Western, au large, ainsi que dans divers secteurs côtiers).

Les taux de croissance dans 4Vs et 4W diffèrent, si bien que dans les années 1970, le poisson d'âge 7 atteignait une longueur de 68 cm dans 4Vs et de 72 cm dans 4W. Au milieu des années 1980, la croissance a diminué dans les deux zones et la longueur moyenne à l'âge 7 est tombée à 59 cm et 54 cm, respectivement, de 1985 à 1995. Ces morues atteignent la pleine maturité à l'âge 5.

La pêche de la morue dans 4VsW a surtout été pratiquée par les navires étrangers jusqu'à l'extension de la zone de juridiction, en 1977. Depuis, de 70 à 75 % des débarquements sont capturés par la flottille de chalutiers de pêche hauturière canadiens, le reste provenant essentiellement des palangriers. De 1958 à 1979, de 40 à 50 % des prises environ provenaient de 4Vs, mais au fur et à mesure du rétablissement des stocks, au début des années 1980, la pêche s'est déplacée vers l'est un peu plus chaque année, si bien que de 1980 à 1983, de 60 à 80 % des débarquements provenaient de 4Vs.

L'île de Sable est un des principaux lieux de reproduction du phoque gris, qui est un important prédateur de la morue. La consommation de morue par les phoques pourrait être un obstacle important au rétablissement du stock.

Sommaire

- Il n'y a pas eu de pêche dirigée de la morue en 1997 et les débarquements totaux ont été limités à 231 t de prises accessoires et de prises dans le cadre du programme de pêche commerciale sentinelle.
- Le poids moyen selon l'âge reflète une légère amélioration ces dernières années par rapport au minimum historique atteint en 1992.
- D'après les relevés, il y a eu, depuis le milieu des années 1980, une augmentation de la mortalité, autre que celle qui est imputable à la pêche, qui s'est maintenue même après la fermeture de la pêche.
- Les analyses scientifiques révèlent que l'accroissement de la mortalité provenant d'autres sources que les débarquements déclarés est imputable notamment aux rejets, aux effets directs et indirects de conditions environnementales difficiles et à la prédation par les phoques.
- On a examiné un modèle de population intégrant la plupart des options plausibles de mortalité de la morue de 4VsW due aux phoques, aux conditions environnementales et à ces deux causes à la fois.

Février 1998

Canada

- La biomasse du stock reproducteur est au plus bas niveau observé, ou proche de celui-ci, se situant entre 5 et 16 % de la moyenne de 1979 à 1989. En se fondant sur des hypothèses plausibles de consommation par les phoques et d'autres mortalités naturelles, on estime que la biomasse chutera de 5 à 20 %, même en l'absence de toute pêche.

- Les indices de l'effectif des classes d'âge récentes ne coïncident pas, mais le poids des résultats dénote un piètre recrutement.

- Les modèles de consommation de morue par le phoque gris sont fondés sur des retraits dus au phoque de l'ordre de 5 400 à 22 000 t, par rapport à une estimation de biomasse se situant entre 32 000 et 77 000 t. Les données disponibles ne permettent pas de choisir parmi ces modèles.

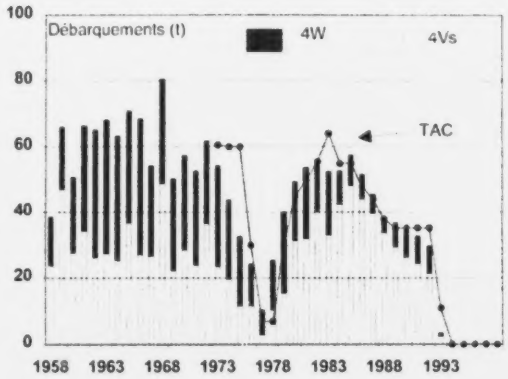
La pêche

Débarquements (milliers de tonnes)

Année	58-73 Moy	73-79 Moy	80-89 Moy	1990	1991	1992	1993	94-97 Moy
TAC	0	43,5	43,9	35,2	35,2	35,2	11,0	0*
4Vs	30,9	13,8	33,3	26,3	24,6	21,3	2,3	0,2
4W	30,1	19,2	13,2	8,1	8,2	8,5	1,2	0,1
TOTAL	60,9	33,0	46,6	34,4	32,8	29,8	3,5	0,3

* prises accessoires seulement

La pêche de la morue est fermée depuis septembre 1993 et les prises accessoires sont strictement limitées dans les pêches qui continuent d'être pratiquées dans la région. Depuis cette fermeture, les **débarquements** se sont situés en moyenne alentour de 300 t et ont atteint en 1997 le plus bas niveau enregistré, soit 231 t. Ces dernières années, les débarquements de 4Vs ont été rectifiés à la baisse pour tenir compte de la présence de la morue de 4T qui migre l'hiver de 4Vn à 4Vs. Toutefois, depuis 1994, cette correction n'a pas été nécessaire, les débarquements hivernaux en provenance de cette zone limite étant negligeables.



État de la ressource

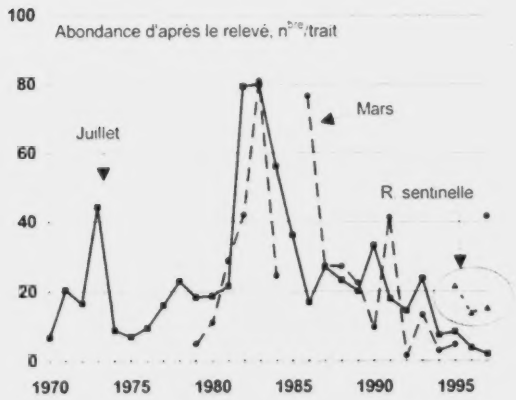
Échantillonnage et relevés

À nouveau, il a été difficile de recueillir des échantillons de la pêche commerciale en 1996 et 1997, parce que les débarquements se limitaient aux prises accessoires. Par conséquent, les petites prises commerciales selon l'âge n'ont pas été bien estimées depuis la fermeture de la pêche. Le nombre selon l'âge parmi les prises révèle que la classe d'âge de 1992 était prédominante en 1996 et en 1997; on a aussi observé la présence dans les prises d'un petit nombre de poissons de plus de dix ans. Les poids moyens selon l'âge dans les âges trois à dix révèlent une certaine augmentation au cours des dix dernières années. Les poids dans les âges supérieurs à sept sont encore faibles par rapport aux moyennes à long terme, mais le petit nombre de poissons de ces âges rend les estimations peu fiables.

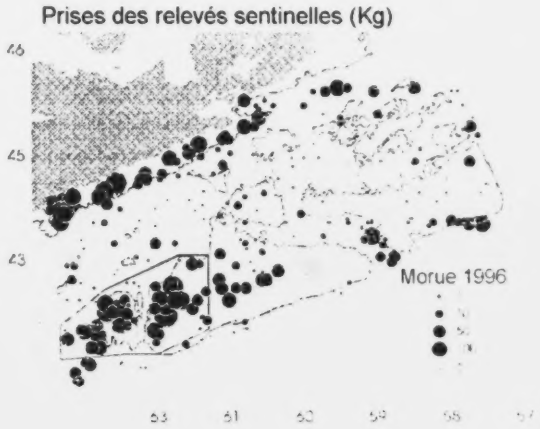
Il n'y a pas de données sur la pêche commerciale depuis 1993, la pêche ayant été fermée cette année-là et aucun effort de pêche dirigée de la morue n'ayant été enregistré depuis.

On dispose de deux **séries de données de relevés par navire de recherche (NR)** pour le stock considéré, une série pour les relevés de juillet, qui ont commencé en 1970, et une série pour les relevés de mars de 1979 à 1997 (exception faite de 1985 et 1996). Les deux séries dénotent des diminutions importantes de l'abondance depuis la fin des années 1980 et l'indice de juillet atteint un seuil record. L'indice de relevé de mars 1997 vient au quatrième rang des plus élevés de la série. Toutefois, on a donné relativement peu de poids à cette augmentation, car elle était due à deux gros traits. L'indice d'abondance, à l'exclusion de ces traits, demeure bien inférieur à la moyenne.

La dernière série de données de relevé provient du **relevé sentinelle dans 4VsW,** qui a eu lieu en septembre-octobre de 1995 à 1997. Dans ce relevé, on utilise des palangres pour procéder chaque année à un échantillonnage aléatoire stratifié dans 250 stations.

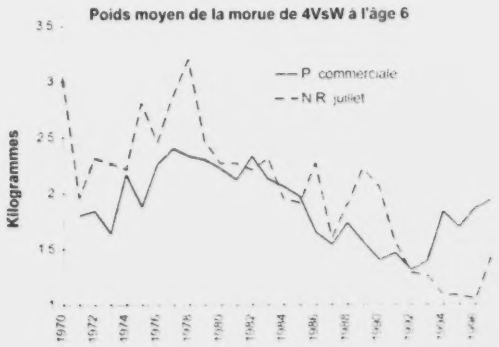


La répartition des prises dans les relevés révèle que la plus grosse partie de la morue se trouve sur les bancs de 4W (Western, île de Sable, Émeraude) à longueur d'année. La **distribution d'après le relevé sentinelle** révèle aussi la présence, au moins en automne, de concentrations de morue dans les eaux plus proches des côtes. Bien que jusqu'ici les résultats de la pêche sentinelle n'aient pas été intégrés à l'analyse d'évaluation, on s'attend à ce qu'ils le soient quand la série chronologique sera suffisamment longue.



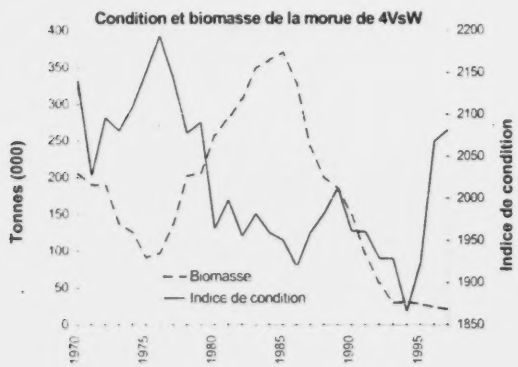
Biologie du stock

La **taille selon l'âge** a chuté dans ce stock depuis le milieu des années 1980; c'est ce que révèlent les données du relevé et celles des prises commerciales. Depuis environ 1992, la baisse constante de la taille selon l'âge dans tous les âges semble avoir atteint un palier et on a observé certaines améliorations.



La **condition** est le poids de la morue en fonction de sa longueur (sa « rondeur »). Jusqu'en 1989, il y avait une relation négative très significative entre la biomasse de la

population (âge 3+) et la condition du poisson en juillet. Cela donnait à penser qu'en période de forte abondance, la condition du poisson était moindre. Toutefois, quand la biomasse a diminué au début des années 1990, l'indice de condition a continué à chuter et est demeuré faible jusqu'en 1995. Bien qu'il soit plus élevé dans les estimations de 1996 et 1997, celles-ci comportent davantage d'incertitude en raison de la taille relativement petite des échantillons. Ces observations sur la condition corroborent les constatations de l'industrie concernant la perte générale de poids et la présence de poissons « efflanqués » parmi les prises. Les études sur les causes de cette piètre condition du poisson donnent à croire que les basses températures peuvent entraîner une baisse de la condition ainsi que de la survie et du succès de la reproduction. Or, la situation coïncide avec la présence d'eaux plus froides dans l'est du plateau néo-écossais depuis 1986.



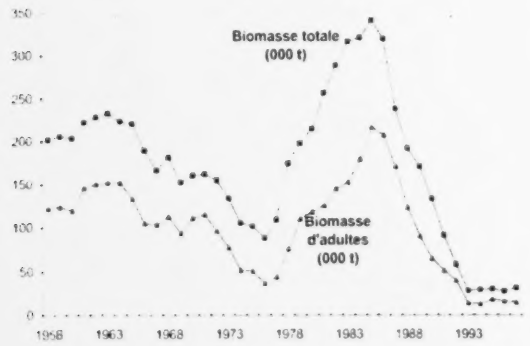
Des estimations de **prédation par le phoque gris** ont d'abord été présentées en 1993; elles étaient établies d'après des renseignements sur le régime alimentaire du phoque gris recueillis entre 1989 et le début de 1993. La proportion de morue (essentiellement poissons de moins de 4 ans) dans ces échantillons n'a pas révélé de tendance pour la période d'échantillonnage. Compte tenu de la faiblesse et du déclin de la biomasse de morue, il était possible que la prédation de la morue par le phoque gris diminue, ce dernier se tournant vers des espèces plus abondantes. Toutefois, des échantillons prélevés à l'île de Sable entre l'été 1993 et l'automne 1997 révèlent que la proportion de morue dans la nourriture des phoques, quoique variable parmi les échantillons, n'a pas présenté de tendance pendant les huit années d'échantillonnage à cet endroit. Le pourcentage moyen de morue dans l'alimentation du phoque est resté d'environ 12 %. Comme la population de phoque gris a apparemment continué à augmenter au même taux que précédemment, on estime que la quantité de morue de 4VsW consommée par les phoques gris en 1997 est de 22 000 t. En revanche, si la prédation par le phoque varie en fonction de l'abondance de la morue, c'est-à-dire qu'elle diminue quand la morue se fait rare, la consommation estimée pour 1997 serait de 5 400 t. En raison des incertitudes que comportent les données sur le régime alimentaire des phoques, on ne peut écarter aucune de ces possibilités, soit la consommation d'une proportion constante ou la consommation d'une proportion variable. L'analyse de population suivante est fondée sur un modèle d'alimentation à proportion variable modifié, se situant entre les pôles de ces deux possibilités.

Analyse de population

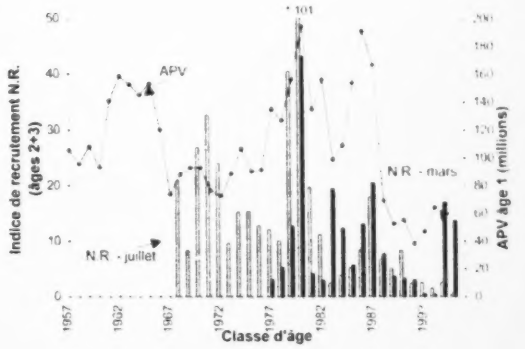
L'analyse de population standard fondée sur l'âge, qui était utilisée dans les évaluations précédentes, a été considérablement modifiée; on y a intégré des renseignements supplémentaires sur la mortalité due à des causes autres que la pêche, notamment aux rejets, à la prédation par les phoques et à un accroissement de mortalité naturelle occasionné par des conditions environnementales défavorables. L'analyse de population présentée tient compte d'une consommation proportionnelle modifiee de la morue par les phoques gris. Tous les autres facteurs y sont traduits sous forme d'accroissement de la

mortalité naturelle de 0,2 à 0,4 en 1986 et de mortalité naturelle constante par la suite. Bien qu'on ait jugé que ce modèle était le plus plausible dans l'ensemble, il comporte de nombreuses incertitudes, dont certaines peuvent avoir des répercussions importantes sur l'évaluation de l'état du stock. Les effets de changements importants dans les hypothèses retenues pour la présente évaluation sont examinés séparément à la rubrique des sources d'incertitude.

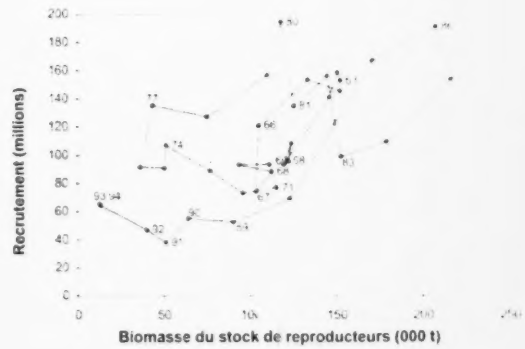
La **biomasse du stock de reproducteurs** et la **biomasse totale** sont toutes deux proches de leurs plus basses valeurs de la série chronologique. La biomasse a remonté rapidement après le seuil qu'elle avait connu préalablement au milieu des années 1970, pour culminer en 1985, année où les très fortes classes d'âge de 1979, 1980 et 1982 étaient présentes en grand nombre. Depuis la fermeture de la pêche, en 1993, sa chute s'est arrêtée; toutefois, il y a eu peu ou pas de remontée de la biomasse du stock de reproducteurs par la suite.



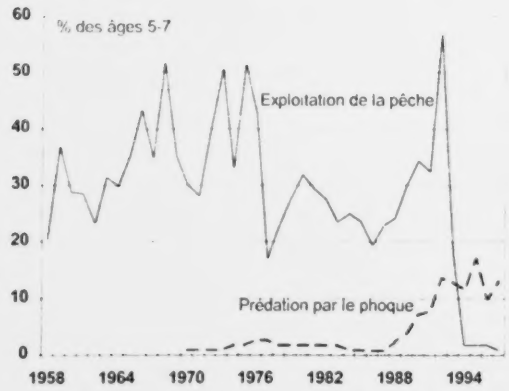
Depuis le milieu des années 1980, le **recrutement** a été inférieur à la moyenne, mais c'est là un élément d'incertitude qui repose largement sur l'hypothèse de prédation par les phoques. L'indice de recrutement selon le relevé NR de mars révélait la présence d'un nombre relativement grand de jeunes poissons en 1997, mais sur une faible distribution; par conséquent, l'estimation n'est pas jugée fiable.



La relation à long terme entre le **stock et le recrutement** reflète peu de corrélation jusqu'à environ 1986. Depuis lors, la relation présente une corrélation positive, le stock et le recrutement diminuant simultanément.

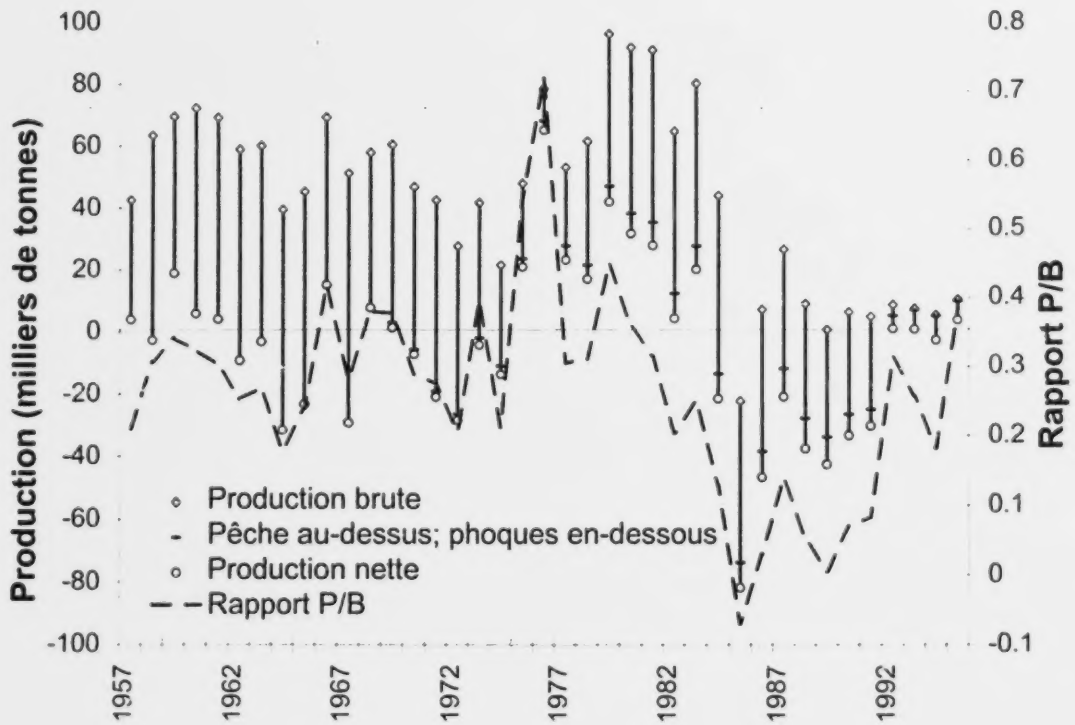


On a estimé à la fois le **taux d'exploitation** de la pêche et la prédation par les phoques dans ce stock. L'incertitude entre l'hypothèse retenue en ce qui concerne la prédation par les phoques a des effets considérables sur le taux total apparent de retraits dans la période qui a suivi la fermeture de la pêche.



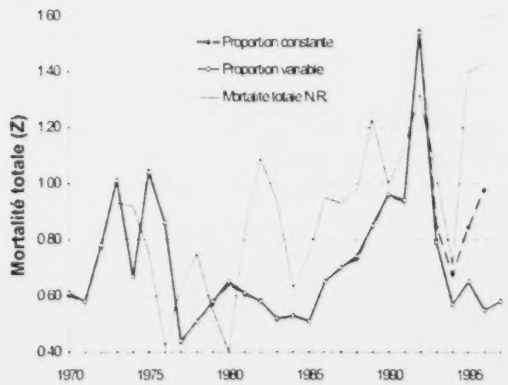
La **production brute**, soit la biomasse totale ajoutée à la population en un an, sans égard à son sort, a considérablement chuté de 1985 à 1986 et est demeurée très faible depuis. Dans le graphique ci-dessous, les lignes verticales relient la production brute à la **production nette**, c'est-à-dire à la croissance de la biomasse d'année en année après déduction des prises de la pêche et des autres retraits. Sur ces lignes verticales, les retraits de la pêche sont représentés dans la partie supérieure et ceux des phoques dans la partie inférieure, de part et d'autre de la marque horizontale de pointage. Malgré l'absence d'augmentation de la production brute depuis la fermeture de la pêche, la production nette est demeurée proche du zéro ou légèrement supérieure à celui-ci, ce qui indique que le déclin de la biomasse a été enrayé.

Après avoir culminé en 1977, **le rapport entre la production et la biomasse**, mesure de production corrigé en fonction de l'effectif actuel de la population, a atteint son plus bas point en 1986 et a depuis généralement augmenté pour se situer maintenant au-dessus de la moyenne historique de 0,26.



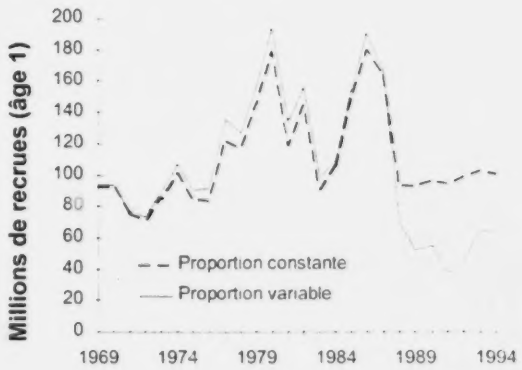
Sources d'incertitude

Comme, historiquement, les perceptions au sujet de ce stock sont fondées sur diverses hypothèses, concernant en particulier les sources de mortalité, on examine diverses hypothèses importantes possibles. La plus importante à elle seule porte sur la tendance de la prédation de la morue par le phoque. Dans l'analyse présentée ici, on se fonde sur une prédation qui représenterait jusqu'à 20 % de morue et sur l'hypothèse d'une variation de cette proportion en fonction de la variation de l'abondance de la morue. En revanche, les données sur le régime alimentaire du phoque permettent aussi d'envisager que la proportion de morue dans l'alimentation du phoque demeure constante, à environ 12 %. Ces deux hypothèses sont considérées comme les pôles de la prédation vraisemblable de la morue par les phoques. Mais elles aboutissent à des différences importantes de perception de la mortalité et du recrutement. Les **mortalités totales** estimées selon ces deux hypothèses ne peuvent être distinguées jusqu'en 1992.



Toutefois, depuis 1992, l'hypothèse d'une proportion constante dans l'alimentation cadre mieux avec la mortalité totale estimée d'après les seuls relevés, que celle d'une proportion variable.

Le **recrutement** estimé dans l'hypothèse d'une proportion de morue constante dans l'alimentation du phoque pour la classe d'âge de 1988 et toutes les classes subséquentes est beaucoup plus élevé qu'il ne le serait dans l'hypothèse d'une proportion variable. En fait, les estimations sont proches de la moyenne géométrique à long terme pour ce stock. Cela ne cadre pas avec les indices de recrutement des récents relevés NR. Sauf en ce qui concerne le relevé de mars 1997, même les estimations calculées dans l'hypothèse d'une proportion variable de morue dans l'alimentation du phoque sont très élevées par rapport aux indices des relevés (voir la figure de la rubrique sur l'analyse de population).



Par conséquent, le modèle de prédation du phoque à proportion constante suppose un fort recrutement à l'âge 1 et une forte mortalité totale, en particulier parmi les plus jeunes âges. Si ces mortalités totales correspondent à celles qui découlent des seuls relevés par navire de recherche, aucune donnée, de ces relevés ou d'ailleurs, n'indique qu'un grand nombre de morues juvéniles est consommé avant les âges 3 ou 4.

Le modèle de proportion variable de prédation de la morue par le phoque donne à penser que le recrutement a été relativement faible, mais que les mortalités totales l'ont été également.

En pareil cas, la prévision de recrutement correspond aux observations des relevés, mais la mortalité totale est très inférieure à ce qu'indiquent les relevés.

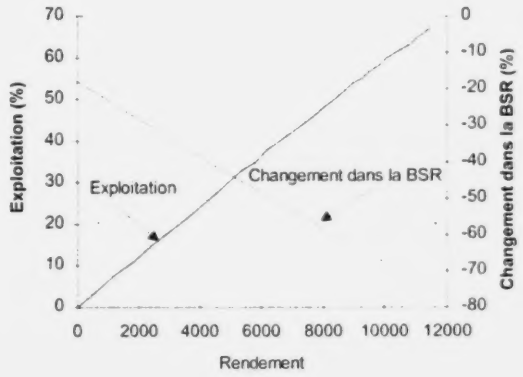
Les résultats du relevé de mars 1997 n'ont pas servi à étalonner les analyses de population, parce que leur valeur était anormalement grande, que la composition selon l'âge ne correspondait pas à celle des relevés précédents et que l'estimation élevée était due à deux gros traits parmi les 126 réalisés. Tous ces éléments remettent en question la fiabilité de l'estimation d'abondance globale de mars 1997. Si ces résultats sont inclus dans l'analyse de population, ils produisent une vision beaucoup plus optimiste de l'état actuel de la ressource.

Bien qu'on ait envisagé de nombreux scénarios, il y a peu d'incertitude au sujet de l'état de la biomasse du stock reproducteur. Les estimations de cette biomasse des dernières années sont très faibles dans tous les cas.

Perspectives

Les perspectives à court terme pour ce stock restent lugubres. La productivité du stock est très basse et plusieurs facteurs contribuent à un accroissement de la mortalité totale, y compris la prédation des plus jeunes morues par les phoques. La biomasse du stock de reproducteurs, bien qu'elle ne diminue pas, n'a pas augmenté depuis la fermeture de la pêche. Le pronostic le plus favorable pour ce stock est fondé sur des données qui intègrent les résultats du relevé de mars 1997. Bien qu'il soit jugé non fiable, le relevé de mars 1997 donne à penser qu'il y a plus de morue dans la zone de stock que ne l'indique le relevé de juillet. Si le relevé de mars 1997 était inclus dans l'analyse de population, les perspectives d'amélioration de la biomasse du stock reproducteur seraient bien meilleures. La biomasse de reproducteurs pourrait augmenter de 15 % en l'absence de toute pêche et des prises allant jusqu'à 4 000 t n'entraîneraient pas de chute de la biomasse.

L'analyse de population la plus vraisemblable, décrite dans les parties précédentes, est beaucoup moins optimiste. Si on s'en remet à des **projections** sur un an, le taux d'exploitation et le changement dans la biomasse associé à une gamme de rendements révèlent que, même sans pêche, la biomasse de reproducteurs devrait diminuer d'environ 18 %. Bien qu'on puisse projeter cela sous forme de risque, il y a peu d'intérêt à le faire car il est très probable que la biomasse diminuera en 1999, sans aucune pêche. Par conséquent, même les prises accessoires risquent de constituer une menace sérieuse pour le rétablissement du stock.



Il n'est pas possible de faire de distinction entre les deux modèles de prédation par les phoques à partir des données existantes, mais ces deux modèles aboutissent à des conclusions différentes quant aux effets de la prédation par les phoques sur le rétablissement du stock de morue. Si la morue représente une proportion constante de l'alimentation du phoque, on pourrait en déduire que le recrutement des morues d'âge 1 a été bon ces dernières années, mais que la survie de ces morues jusqu'à l'âge 3 ou 4 a été très mauvaise. Force est de conclure alors que le rétablissement du stock de morue ne se

produira vraisemblablement pas tant que ce degré de prédation se poursuivra. Le modèle de prédation à proportion variable semble indiquer que le recrutement, même à l'âge 1, a été faible, et que la survie subséquente jusqu'à l'âge 3 ou 4 est un facteur beaucoup moins influant dans le rétablissement du stock qu'il ne l'est dans l'autre modèle. Par conséquent, dans le modèle à proportion variable, le recrutement à la pêche souffrira moins de la prédation par les phoques que dans le modèle à proportion constante. Quel que soit le modèle le plus proche de la réalité, le stock ne pourra vraisemblablement se rétablir solidement avant que le recrutement et la survie subséquente s'améliorent.

Pour obtenir de plus amples renseignements,

communiquer
avec :

L. Paul Fanning
Division des poissons de mer
Institut océanographique de Bedford
C.P.1006, Dartmouth
(Nouvelle-Écosse), B2Y 4A2

TÉL. : (902) 426-3190
FAX : (902) 426-1506
Courriel : fanningp@mar.dfo-mpo.gc.ca

Références

Fanning, L.P., R.K. Mohn, and W.A. MacEachern. 1996. Assessment of 4VsW Cod in 1995 with consideration of ecological indicators of stock status. MPO. Doc. de rech. sur les pêches dans l'Atlant. 96/27.

Mohn R.K. and W.D. Bowen. 1993. A model of grey seal predation on 4VsW cod and its effects on the dynamics and potential yield of cod. MPO. Doc. de rech. sur les pêches dans l'Atlant. 93/22.

Mohn R.K. and W.D. Bowen. 1996. Grey seal predation on the Eastern Scotian Shelf: modeling the impact on Atlantic cod. Journ. can. des sci. halieut. et aquat. 53:2722-2738.

Distribué par le :

Bureau du processus consultatif de la Région des Maritimes
Ministère des Pêches et des Océans
C.P. 1006, Succ. B105
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
Canada B2Y 4A2
Téléphone : 902-426-7070
Courriel : MyraV@mar.dfo-mpo.gc.ca

Adresse Internet : http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas

An English version is available on request at the above address.